

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05744643      \*\*Image available\*\*

PROJECTION ALIGNER, DEVICE MANUFACTURING METHOD AND ABERRATION CORRECTING  
OPTICAL SYSTEM

PUB. NO.:        10 -027743 [JP 10027743 A]  
PUBLISHED:      January 27, 1998 (19980127)  
INVENTOR(s):    TAKAHASHI KAZUHIRO  
                 SHINONAGA HIROHIKO  
APPLICANT(s):   CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                 (Japan)  
APPL. NO.:      08-182044 [JP 96182044]  
FILED:          July 11, 1996 (19960711)  
INTL CLASS:     [6] H01L-021/027; G03F-007/20  
JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION  
                 INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)  
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES);  
                 R011 (LIQUID CRYSTALS); R098 (ELECTRONIC MATERIALS -- Charge  
                 Transfer Elements, CCD & BBD); R100 (ELECTRONIC MATERIALS --  
                 Ion Implantation)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a projection aligner capable of correcting it without fail by precisely detecting astigmatism.

SOLUTION: Two each of parallel planar plates 5a, 5b in the same thickness and refractive index are arranged between a projection optical system 4 and a wafer W so that the astigmatism caused in the optical system 4 by exposure may be corrected by tilting this two parallel planar plates 5a, 5b in the same amount in inverse directions with each other to the optical axis of the optical system 4 by an adjusting means 9. At this time, the amount of the astigmatism caused in the optical system 4 is processed according to the light quantity of per unit time of the light entered into the optical system 4 obtained according to the output from a light quality sensor 7 using a processor 8.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-27743

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 8
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
			H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
				5 1 5 F
				5 1 6 A
審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-182044

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月11日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 高橋 和弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 篠永 浩彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

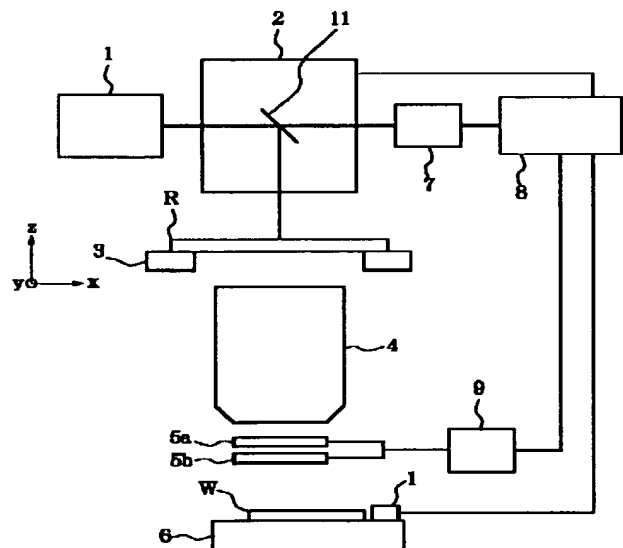
(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 投影露光装置、デバイス製造方法及び収差補正光学系

(57) 【要約】

【課題】 非点収差を正確に検出し、確実に補正できる投影露光装置を提供すること。

【解決手段】 投影光学系4とウエハーWの間に厚さと屈折率が等しい2枚の平行平板5a, 5bを配し、調整手段9によりこの2枚の平行平板を光学系4の光軸に対して互いに逆方向に同じ量だけ傾けることにより、露光により光学系4に生じた非点収差を補正する。露光により光学系4に生じた非点収差の量は、演算手段8が、光量センサ7の出力に基づいて得らる光学系4に入射した光の単位時間当たりの光量に基づいて計算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影光学系の非点収差を測定する測定手段と、該検出手段の検出結果に応じて前記投影光学系の非点収差を調節する調節手段とを有し、前記測定手段が、マスクに形成した縦と横の格子パターンを前記投影光学系により投影し、前記投影光学系の光軸方向に関する前記縦の格子パターンの結像位置と前記横の格子パターンの結像位置のずれ量を測定することを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記測定手段が、前記縦と横の格子パターンの各像を形成する結像光線をウエハーを保持するステージ上に形成した反射面上に投影し、該反射面により前記結像光線を反射して前記投影光学系に入射させ、前記投影光学系により前記マスク側に前記縦横のパターンの各像を形成し、該マスク側に形成した縦横の格子パターンの各像の前記光軸方向に関する結像位置のずれ量を測定することを特徴とする請求項1の投影露光装置。

【請求項3】 前記測定手段が、前記縦と横の格子パターンの各像を形成する結像光線をウエハーを保持するステージ側面に投影し、前記縦横の格子パターンの各像の前記光軸方向に関する結像位置のずれ量を測定することを特徴とする請求項1の投影露光装置。

【請求項4】 投影光学系の非点収差を測定する測定手段と、該検出手段の検出結果に応じて前記投影光学系の非点収差を調節する調節手段とを有し、前記測定手段が、ウエハーを保持するステージに供給した縦と横の格子パターンを前記投影光学系により投影し、前記投影光学系の光軸方向に関する前記縦の格子パターンの結像位置と前記横の格子パターンの結像位置のずれ量を測定することを特徴とする投影露光装置。

【請求項5】 前記測定手段が、前記縦と横の格子パターンの各像を形成する結像光線をマスクの反射面上に投影し、該反射面により前記結像光線を反射して前記投影光学系に入射させ、前記投影光学系により前記ウエハー側に前記縦横のパターンの各像を形成し、該ウエハー側に形成した縦横の格子パターン像の前記光軸方向に関する結像位置のずれ量を測定することを特徴とする請求項4の投影露光装置。

【請求項6】 前記測定手段が、前記縦と横の格子パターンの各像を前記マスク側に投影し、前記マスク側に投影された前記縦と横の格子パターンの各像の前記光軸方向に関する結像位置のずれ量を測定することを特徴とする請求項4の投影露光装置。

【請求項7】 前記縦と横パターンの各像を撮像素子上に投影し、前記縦と横パターンを前記投影光学系の光軸方向に変位させながら撮像素子からのビデオ信号を検出し、前記縦パターンの像に対応するビデオ信号のコントラストが最大となる時の前記縦パターンの位置と前記横パターンに対応するビデオ信号のコントラストが最大となる時の前記横パターンの位置のずれ量に基づいて前記

非点収差量を求めることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかの投影露光装置。

【請求項8】 前記縦と横パターンの各像を所定の格子パターンに投影し、前記縦と横パターンを前記投影光学系の光軸方向に変位させながら前記所定の格子パターンを通過する光の量を検出し、前記縦パターンの像に対応する光量が最大となる時の前記縦パターンの位置と前記横パターンに対応する光量が最大となる時の前記横パターンの位置のずれ量に基づいて前記非点収差量を求めることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかの投影露光装置。

【請求項9】 前記所定のパターンが前記縦と横のパターン自身であることを特徴とする請求項8の投影露光装置。

【請求項10】 前記所定のパターンが前記投影光学系に関して前記縦横パターンとは反対側に置かれたパターンであることを特徴とする請求項8の投影露光装置。

【請求項11】 投影光学系の非点収差を求める測定手段と、該検出手段の検出結果に応じて前記投影光学系の非点収差を調節する調節手段とを有し、前記測定手段が、前記投影光学系に単位時間当たりに入射する光の量を検出し、検出結果を計算式に代入して非点収差を計算する計算手段を有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項12】 前記計算式が、露光領域の縦横比に関するパラメーターを有することを特徴とする請求項12の投影露光装置。

【請求項13】 前記計算式が、マスクパターンの透過率に関するパラメーターを有することを特徴とする請求項12の投影露光装置。

【請求項14】 前記計算式が自然対数の関数を含むことを特徴とする請求項12の投影露光装置。

【請求項15】 前記調節手段が、屈折率と厚さが互いに等しく且つ光軸に対し互いに逆方向に傾いた2枚の透明平板を有することと特徴とする請求項1乃至請求項14のいずれかの投影露光装置。

【請求項16】 前記調節手段が前記2枚の透明平板を一体的に傾ける手段を有することを特徴とする請求項15の投影露光装置。

【請求項17】 前記2枚の透明平板が前記光軸に対し互いに逆方向に互いに同じ角度だけ傾いていることを特徴とする請求項15の投影露光装置。

【請求項18】 前記調節手段が前記2枚の透明平板の前記角度を変える手段を有することを特徴とする請求項17の投影露光装置。

【請求項19】 前記調節手段が特開平7-92424号公報に記載の収差補正光学系を有することを特徴とする請求項1乃至請求項14のいずれかの投影露光装置。

【請求項20】 前記投影光学系とスリット状照明光束に対してマスクと該マスクパターンが投影される被露光基板とを走査しながら該被露光基板を露光することを特

微とする請求項1乃至請求項19のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項21】 前記投影光学系と照明光束に対してマスクと該マスクパターンが投影される被露光基板とをほぼ静止させて該被露光基板を露光することを特徴とする請求項1乃至請求項19のいずれかの投影露光装置。

【請求項22】 前記照明光束の縦横比が2以上であることを特徴とする請求項20又は請求項21の投影露光装置。

【請求項23】 請求項1乃至請求項22いずれかの投影露光装置によりマスクのデバイスパターンを基板上に転写する段階を有するデバイス製造方法。

【請求項24】 屈折率と厚さが互いに等しく且つ光軸に対し互いに逆方向に傾いた2枚の透明平板と、該2枚の透明平板を一体的に傾ける手段とを有すること特徴とする収差補正光学系。

【請求項25】 前記2枚の透明平板を光軸に対し互いに逆方向に互いに同じ角度だけ傾いている時に前記2枚の透明平板の傾き角度を互いに逆方向に互いに同じ量だけ変えること特徴とする請求項24の収差補正光学系。

【請求項26】 屈折率と厚さが互いに等しく且つ光軸に対し互いに逆方向に互いに同じ角度だけ傾いた2枚の透明平板と、該2枚の透明平板の傾き角度を互いに逆方向に互いに同じ量だけ変える手段とを有すること特徴とする収差補正光学系。

【請求項27】 請求項24乃至請求項26のいずれかの収差補正光学系を有する投影露光装置。

【請求項28】 投影光学系とスリット状照明光束に対してマスクと該マスクパターンが投影される被露光基板とを走査しながら該被露光基板を露光することを特徴とする請求項27の投影露光装置。

【請求項29】 投影光学系と照明光束に対してマスクと該マスクパターンが投影される被露光基板とをほぼ静止させて該被露光基板を露光することを特徴とする請求項26の投影露光装置。

【請求項30】 前記照明光束の縦横比が2以上であることを特徴とする請求項28又は請求項29の投影露光装置。

【請求項31】 請求項28乃至請求項30のいずれかの投影露光装置によりマスクのデバイスパターンを基板上に転写する段階を有するデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投影露光装置、デバイス製造方法及び収差補正光学系に関し、特に、ICやLSI等の半導体チップ、CCD等の撮像素子、液晶パネル等の表示素子を製造する際に用いられる投影露光装置、デバイス製造方法及び収差補正光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】走査型露光装置においては、マスクを照

明する照明光束の断面形状が走査方向と直交する直交方向に沿って延びた矩形または円弧であるため、マスクのパターンから生じる結像光束の断面形状も直交方向に延びた形状となる。このような結像光束が投影光学系（レンズ系又はレンズ・ミラー混合系）に入射すると、投影光学系のレンズが結像光束の一部を吸収することにより生じる屈折率分布や屈折面の変形具合が走査方向と直交方向とで異なってしまう。そのため、照明光束を主として走査方向に回折して回折光を投影光学系に入射させるパターンと照明光束を主として直交方向に回折して回折光を投影光学系に入射させるパターンとで、ベストポイント位置（最良結像位置）が異なってしまう（以下、これを『非点収差』と言う）という問題が生じる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述の問題を解決するために、本願出願人は、特開平8-008178号公報で、レンズの屈折率分布や屈折面の変形具合が走査方向と直交方向とでほぼ同じになるように投影光学系を加熱する加熱手段を配置することを提案した。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、上記問題を解決できる、改良された投影露光装置、この装置により改良されたデバイス製造方法及び改良された収差補正光学系を提供することある。

【0005】この目的を達成するために、本発明の第1の投影露光装置は、投影光学系の非点収差を測定する測定手段と、該検出手段の検出結果に応じて前記投影光学系の非点収差を調節する調節手段とを有し、前記測定手段が、マスクに形成した縦と横の格子パターンを前記投影光学系により投影し、前記投影光学系の光軸方向に関する前記縦の格子パターンの結像位置と前記横の格子パターンの結像位置のずれ量を測定することを特徴とする。

【0006】また本発明の第2の投影露光装置は、投影光学系の非点収差を測定する測定手段と、該検出手段の検出結果に応じて前記投影光学系の非点収差を調節する調節手段とを有し、前記測定手段が、ウエハーを保持するステージに供給した縦と横の格子パターンを前記投影光学系により投影し、前記投影光学系の光軸方向に関する前記縦の格子パターンの結像位置と前記横の格子パターンの結像位置のずれ量を測定することを特徴とする。

【0007】また本発明の第3の形態の投影露光装置は、投影光学系の非点収差を求める測定手段と、該検出手段の検出結果に応じて前記投影光学系の非点収差を調節する調節手段とを有し、前記測定手段が、前記投影光学系に単位時間当たりに入射する光の量を検出し、検出結果を計算式に代入して非点収差を計算する計算手段を有することを特徴とする。

【0008】本発明の第1の収差補正光学系は、屈折率と厚さが互いに等しく且つ光軸に対し互いに逆方向に傾

いた2枚の透明平板と、この2枚の透明平板を一体的に傾ける手段とを有すること特徴とする。

【0009】本発明の第2の収差補正光学系は、屈折率と厚さが互いに等しく且つ光軸に対し互いに逆方向に互いに同じ角度だけ傾いた2枚の透明平板と、この2枚の透明平板の傾き角度を互いに逆方向に互いに同じ量だけ変える手段とを有すること特徴とする。

【0010】本発明のデバイス製造方法は上記の第1、第2又は第3の投影露光装置や上記第1又は第2の収差補正光学系を有する投影露光装置によりマスクのデバイスパターンを被露光基板上に転写する段階を有すること

を特徴とする。

【0011】本発明は、投影光学系とスリット状照明光束に対してマスクとマスクパターンが投影される被露光基板とを走査しながら被露光基板を露光する、所謂走査型の投影露光装置や、投影光学系と照明光束に対してマスクと該マスクパターンが投影される被露光基板とをほぼ静止させて被露光基板を露光する非走査型の投影露光装置を対象としている。非走査型の投影露光装置を対象とするのは、この種の装置も、マスクに対する照明領域が縦横の長さの比率が1より大きくずれた長方形になると、前述の走査型の投影露光装置と同じ問題が生じるからである。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1実施例を示す概略図である。図1中、1は光源、2は光源1からの照明光によってレチクルRの所定領域を照明する照明光学系で、スリット状の照明光により照明する。3はレチクル(マスク)Rを保持するレチクルステージ、4はレチクルR上のデバイスパターンをウエハWの表面上に投影する投影光学系であり、そのウエハW側に2枚の厚さと屈折率がほぼ等しい平行平板5a、5bを配置している。板5a、5bはSiO<sub>2</sub>より成る、必要に応じてCaF<sub>2</sub>やBK7も使える。6はウエハWを保持し、順次XYにステップしながらウエハWを光学系4の露光範囲に移動させ、不図示のフォーカス系の計測結果に応じて、ウエハWの表面をZ方向に移動させるXYZステージである。11は照明光学系2の中に配置され照明光の1部を取り出すハーフミラーで、取り出された1部の照明光は光量センサ7に入射し、ウエハWの露光量がモニターされる。9は平行平板5a、5bの角度を変える調整手段、10はXYZステージ上に配置された照度測定器である。8は投影光学系4に単位時間当りに入射する光量を計算し、かつ、投影光学系4の光学特性の変動を予測する演算手段である。

【0013】露光が開始されると投影光学系4が光の1部を吸収してその温度が変化して投影光学系4の光学特性が変化する。フォーカス(ピント位置)や倍率の変化量の計算及び補正に関しては公知である。一方、図4に示すようにマスクの露光領域が長方形の場合、パターン

VとパターンHでは、露光によってベストフォーカス位置が変化する。即ち非点収差が発生する。

【0014】非点収差 $\Delta AS$ はパターンVのフォーカス位置をFV、パターンHのフォーカス位置をFHとしたとき、 $\Delta AS = FV - FH$ であり、この値は演算手段8によって計算されて検出される。

【0015】演算手段8では、光量センサ7によってモニターされる単位時間当りにレチクルRに供給される露光量Qと、不図示のマスキングブレードで決定される露光領域x、yの長さと露光領域の面積S、照度測定器10を用いて予め計測してあるレチクルRの透過率Tから投影光学系4の光学特性であるところの非点収差の変化を予測する。

【0016】非点収差については、露光範囲の縦と横の比率 $y/x$ もパラメータに入ってくる。図4でxとyがほぼ等しい場合には非点収差の変化は起こらないが、xとyの比が2を越えてくると露光による非点収差の変化が無視できなくなってくる。x、yの比率と非点収差変化の関係は予め実験で求めて、非点収差の係数を決定すればよい。この、非点収差の係数を $\alpha$ としたときに非点収差の $\Delta AS$ は、以下の式

$$\Delta AS = \Delta AS1 + \Delta AS2$$

$$\Delta AS1 = \alpha \cdot (y/x) \cdot T \cdot Q \cdot S \cdot DT$$

$$\Delta AS2 = -\Delta AS' \exp(-k \cdot t)$$

で計算される。ここで、DTは単位時間当たりで露光が行われていた時間の割合を示し、 $\Delta AS'$ は1つ前の単位時間に計算された非点収差の値、kは投影光学系4の熱伝達を表すパラメータである。この式、またはこれらの式の線形結合で表わした式による予測計算によって、非点収差の予測値は図3に示すように包絡線が自然対数の関数で表せるような曲線を描いて変化していく。

【0017】図2は非点収差の修正を行う調節手段を示している。演算手段8の非点収差の予測結果に基づいて、光学系4に発生した非点収差を補正するために、調整手段9は平行平板5a、5bを所定の角度 $\theta$ で反対方向に傾ける。ここで傾け量の例として、 $NA=0$ 、 $6$ 、 $\lambda=248\text{nm}$ の場合、 $0.25\mu\text{m}$ 線幅のパターンに対して $0.3\mu\text{m}$ の非点収差を補正するためには、平行平板5a、5bの厚さを5mmとした場合、平行平板5a、5bを約 $\pm 30$ 分傾ければ良い。平行平板の材質はSiO<sub>2</sub>である。

【0018】走査型の投影露光装置に関しては、図1においてレチクルRとウエハWを同期させてX方向に走査しながら露光が行われるが、この場合の照明光学系2の照明領域は一般的にスリット状で、例えば図4におけるxとyの比が3以上になり、非点収差の補正が必須である。走査方向がXであるため、照明範囲は図4に示すように $y > x$ となる。この場合、フォーカスの変化としてはパターンVの方が大きくなり、図2に示した平行平板5a、5bはXZ平面内で傾ける。XZ平面内で傾け

た場合、パターンHのピント位置にはほとんど影響がないため、パターンHについてのフォーカス位置補正を行うように調整手段9でパターンVとパターンHの非点の補正を行えば、パターンVについてもフォーカス補正が行われることになる。

【0019】光源1はエキシマレーザであっても水銀ランプ等のランプであっても良い。

【0020】平行平板は2枚以上であっても、互いに逆方向に傾ける枚数と厚さと屈折率が同じであれば良い。

【0021】また、調整手段9は場合により平行平板5a、5bを一体にして光軸に対して傾けてコマ収差の補正も行なう。

【0022】又、投影光学系4はレンズのみ又はレンズとミラーとで構成される。

【0023】本実施例において、非点収差 $\Delta AS$ の予測計算や補正は、ウエハW上の複数のショット(被露光領域)の内の一つのショット毎に行ってもいいし、複数のショット毎に行ってもいいし、一枚乃至複数のウエハW毎に行ってもいいし、所定時間毎に行ってもいいし。

【0024】図5は本発明の第2実施例を示す概略図である。図5において51は照明光学系、52は投影光学系4のベストフォーカス面を検出するTTLフォーカス計測系。レチクルRはレチクルステージ3で保持され、レチクルR上のパターン像は投影光学系4によってウエハWの表面上に形成される。投影光学系4のウエハW側に2枚の厚さと屈折率が互いにはほぼ等しい平行平板5a、5bを配置している。6はウエハWを保持し、順次XYにステップしながらウエハWを露光範囲に移動させ、不図示のフォーカス系の計測結果に応じて、ウエハWの表面をZ方向に移動させるXYZステージである。7はXYZステージ上に配置された反射面である。8はTTLフォーカス計測系52の計測結果に基づいて、投影光学系4の非点収差を計算する非点収差測定手段であり、ここで計算された非点収差の量に応じて、調整手段9によって投影光学系の非点収差が修正される。平行平板5a、5bをSiO<sub>2</sub>より成る。

【0025】非点収差の測定方法は、次の通りである。図6に示すようにレチクルRにフォーカス計測マーク21を入れておく。マーク21はTTLフォーカス計測系52が移動するか、走査型の露光装置のようにレチクルRが移動することでTTLフォーカス計測系52で計測可能な範囲にある。マーク21の結像位置に反射面57を移動させ、XYZステージ6をZ方向に駆動させると、図7に示すように、反射面位置がベストフォーカス付近では反射面57で反射した光束がマーク21の透過部22を透過する光量が多く、反射面がベストフォーカス位置にないと、マーク21のCrパターンによって光が遮られるため光量が減る。光量と反射面7のZ位置に関する関係をグラフにすると図8のようになる。このよ

うな計測をパターンVとパターンHで行い、それぞれのパターンに対するベストフォーカス位置の差を計算することで、投影光学系4に非点収差が計算される。反射面の位置は前述のフォーカス系により計測される。このフォーカス系のような面位置測定装置は公知である。

【0026】計測された非点収差に応じて、調整手段9によって平行平板5a、5bの各々の傾きを調整することによって、非点収差が補正される。これらの構成や機能は第1実施例と全く同じである。

10 【0027】計測用のマークとして、図6の実施例の他に45°方向と135°方向マークを追加し計測すれば、投影光学系4の非点収差の最も大きい方向と量が解るので、所望の方向の非点収差の補正が可能である。

【0028】調整手段9の駆動手段としては、平行平板5a、5bの有効径の外に120°毎に3カ所ビエゾの様な駆動機構を配置し、3つのビエゾの駆動量を調整することで、所望の方向の任意の非点収差が調節できる。

20 【0029】フォーカス計測系としては、このほかに、57にステージ基準マークを形成し、ステージ基準マークの図6に示すような2つの方向のマークの像のコントラストをマスク側に設けたCCD等で計測する方法もある。

【0030】また、図6に示すような2つの方向のフォーカス計測用のマークをウエハWに露光して、その線幅をウエハWを現像した後で測定することでそれぞれのマークについてのベストフォーカス位置を求め、それから非点収差を計算しても良い。

30 【0031】また、フォーカス計測系としては、フォーカス計測用マーク21の像をステージ6上に設けた格子パターン付の光検出器上に投影し、ステージ6を上下動させた時の格子パターンの通通過光量を計測するものもある。

【0032】また、フォーカス計測系としては、レチクルRのフォーカス計測用マーク21の像をステージ6上に設けたCCD上に投影し、ステージ6を上下動させた時のCCD上での像のコントラストを計測するものもある。

40 【0033】また、フォーカス計測系としては、ステージ6上に図6に示すようなフォーカス計測用マークを設け、このマークの像をレチクルR側に投影し、レチクルRの反射面により像形成光束を反射して投影光学系4に入射させ、投影光学系4によりこのマークの像をステージ6側に投影し、ステージ6上に設けた格子パターン付の光検出器上に投影し、ステージ6を上下動させた時の格子パターンの通通過光量を計測するものもある。

50 【0034】また、フォーカス計測系としては、ステージ6上に図6に示すようなフォーカス計測用マークを設け、このマークの像をレチクルR側の格子パターン付の光検出器上(格子パターンがマスクに形成されている場

合とそうでない場合がある。)に投影し、ステージ6を上下動させた時の格子パターンの通過光量を計測するものもある。

【0035】照明光学系51はエキシマレーザー等のレーザーや水銀灯等のランプを光源として備えている。

【0036】また、投影光学系4はレンズのみ又はレンズとミラーを組み合わせて構成されている。

【0037】本実施例において、非点収差 $\Delta AS$ の測定や補正は、ウエハーW上の複数のショット(被露光領域)の内の複数のショット毎に行ってもいいし、一枚乃至複数のウエハー毎に行ってもいいし、所定時間毎に行ってもいい。

【0038】走査型の露光装置に関しては、図5においてレチクルRとウエハーWを同期させてX方向に走査しながら露光が行われるが、この際の非点収差の補正の要点は第1実施例で説明した通りである。

【0039】本実施例の対を成す複数の平行平面板は、互いに逆方向に傾ける枚数と厚さと屈折率が同じであれば、2枚以上の任意の偶数とすることが可能である。また、2枚以上の平行平面板を一体にして傾けることによりコマ収差の補正も行える。

【0040】本実施例の平行平面板の材料は $SiO_2$ 以外にも $CaF_2$ が使用でき、露光光がi線(波長365nm)の場合にはBK7等も使用できる。

【0041】上記各実施例において非点収差の補正量を調節する場合には、対を成す2枚の平行平面板を、互いに逆方向に同じ量だけ傾けるように、動かす。

【0042】上記各実施例においては、非点収差補正用の平行平面板はレチクルRと投影光学系4の間に設けることもできる。

【0043】上記各実施例において、非点収差の調節に、本願出願人が特開平7-92424号公報に記載している収差補正光学系を用いることができる。

【0044】次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。図9は半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、あるいは液晶パネルやCCD等)の製造のフローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3(ウエハー製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハーを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハーを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハーを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検

査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0045】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返すことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0046】本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度のデバイスを製造することができる。

【0047】

【発明の効果】以上、本発明によれば、投影光学系の非点収差を正確に検出し、確実に補正できる投影露光装置を提供できる。

【0048】更に、非点収差を正確に調節できる、構成が簡単な収差補正光学系を提供できる。

【0049】また、非点収差に加えコマ収差も補正できる、構成が簡単な収差補正光学系を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す概略図である。

【図2】図1の装置の非点収差補正手段の説明図である。

【図3】時間の経過と非点収差予測値の関係を示すグラフ図である。

【図4】マスク上の露光領域(照明光の断面)と縦パターンVと横パターンHを示す説明図である。

【図5】本発明の第2実施例を示す概略図である。

【図6】フォーカス測定用の縦パターンVと横パターンHを示す説明図である。

【図7】フォーカス計測系によるベストフォーカス位置の計測原理を示す説明図である。

【図8】反射面の位置とフォーカス計測系の出力の関係を示すグラフ図である。

【図9】半導体デバイスの製造フローを示す図である。

【図10】図9のウエハプロセスを示す図である。

【符号の説明】

- 1 光源
- 2 照明光学系
- 3 レチクルステージ
- 4 投影光学系



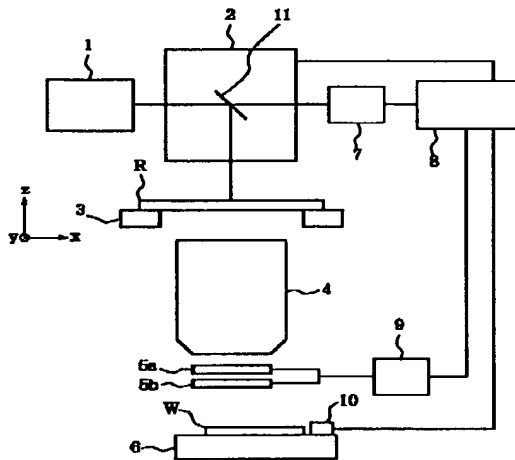
11

12

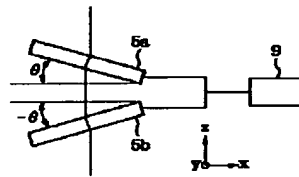
5a, 5b 平行平面板  
6 ウエハーステージ  
7 光量センサ  
8 演算手段

9 調整手段  
10 照度測定器  
R レチクル  
W ウエハー

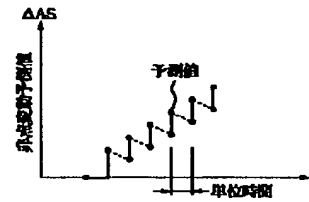
【図1】



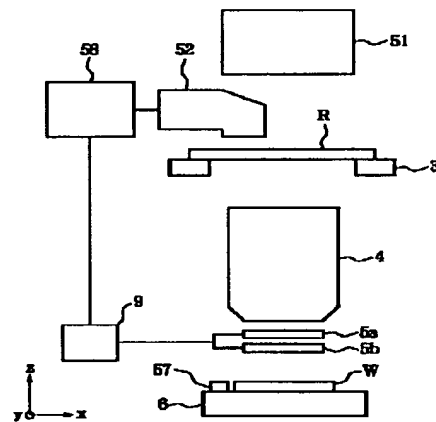
【図2】



【図3】



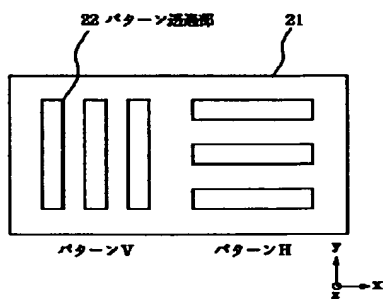
【図5】



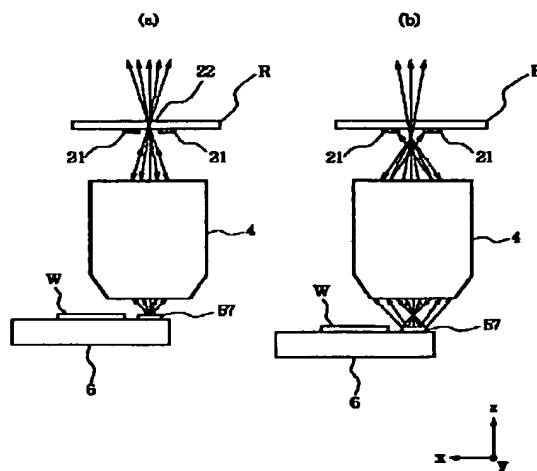
【図4】



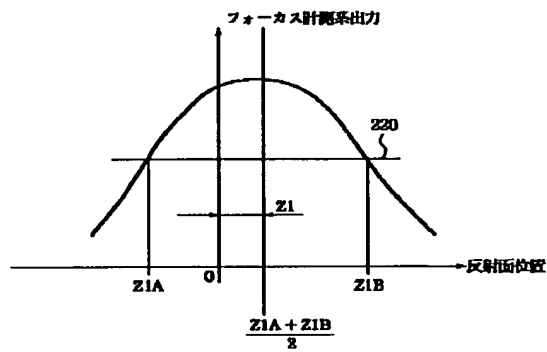
【図6】



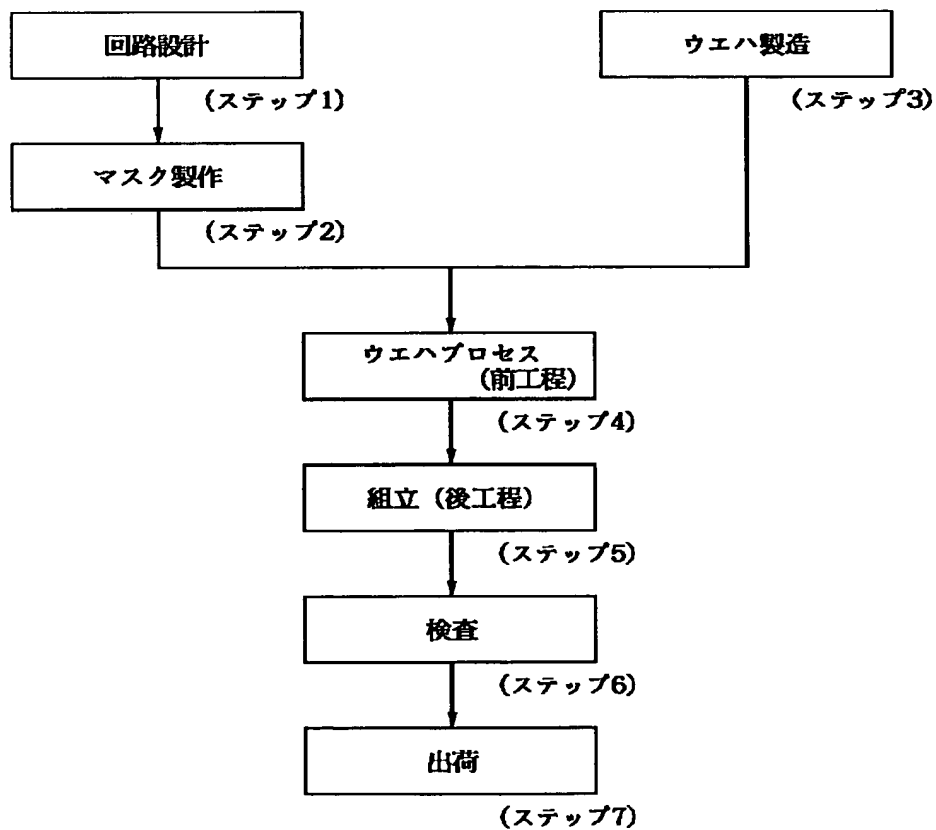
【図7】



【図8】

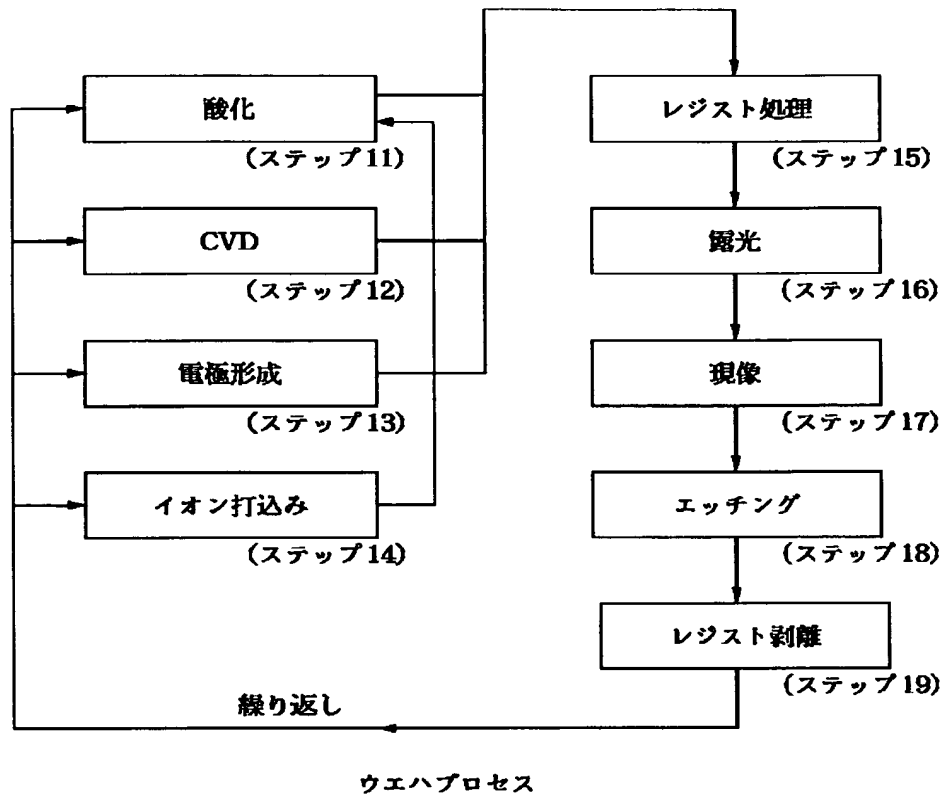


【図9】



半導体デバイス製造フロー

【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

H01L 21/30

技術表示箇所

525A

527